

JÄTEVESIEN KIINTOAINEMITTAUSTEN KARTOITUS

Joonas Narvio

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012

Paperikoneteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) NARVIO, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 07.05.2012
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi JÄTEVESIEN KIINTOAINEMITTAUSTEN KARTOITUS		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) PUONNAS, Matti; KIISKINEN, Juhani; FONSELIUS, Jaakko		
Toimeksiantaja(t) UPM-Kymmene OYJ, Jokilaakson tehtaas		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa UPM-Kymmene OYJ:n Jokilaakson paperitehtaiden jätevesiin liittyvien kiintoaine- ja virtausmittausten luotettavuuteen liittyvät asiat ja selvittää mahdollisia parannuksia. Työ oli osa laajempaa Clean Run -projektia, joka käynnistettiin koko UPM:n laajuudella. Projektin tarkoituksena oli parantaa yhtiön toimintaa kaikessa ympäristötoiminnassa.</p> <p>Työ koostui prosessin seurannasta, laboratoriomääritysten vertaamisesta mittalaitteiden näyttämiin, henkilökunnan haastattelusta ja laitekartoituksesta. Työ toteutettiin ottamalla jätevesistä näytteitä ja vertaamalla laboratorion selvittämiä kiintoainepitoisuuksia online-antureiden arvoihin. Jämsänkosken tehtaalle suoritettiin laajempi selvitys mittaustantureiden sijainneista, sekä niiden nykykunnosta ja luotettavuudesta. Jämsänkosken tehtaalle tämä oli ensimmäinen laajempi selvitys kiintoaineantureita koskien. Kaipolan tehtaan selvitys oli hieman suppeampi ja sen tarkoitus oli päivittää aiemmin tehtyjen tutkimusten tuloksia.</p> <p>Työn tuloksena syntyi kartoitus molempien tehtaiden kiintoaineantureiden luotettavuudesta ja parannusehdotuksia, joilla näiden antureiden luotettavuutta voitaisiin parantaa. Opinnäytetyön aikana otettiin myös käyttöön uudenlaisia kiintoaineantureita, joiden toimintatarkkuutta ja luotettavuutta arvioitiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kiintoainepitoisuus, Jätevesi, Jämsänkoski, Kaipola, UPM-Kymmene		
Muut tiedot		



Author(s) NARVIO, Joonas	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 07.05.2012
	Pages 42	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title WASTE WATER MEASUREMENT SURVEY		
Degree Programme Papermachinetechnology		
Tutor(s) PUONNAS, Matti; KIISKINEN, Juhani; FONSELIUS, Jaakko		
Assigned by UPM-Kymmene OYJ, Jämsä River Mills		
<p>Abstract</p> <p>The aim of this study was to survey the condition of the waste water measurement equipment in UPM-Kymmene OYJ Jämsä River Mills and to investigate the possible ways to improve the measurement reliability. The study was part of a wider Clean Run -project which aims for improving the environment actions in the whole company.</p> <p>The study consists of the process surveillance, comparing the laboratory results of the waste water samples to the online-sensor results, interviewing the staff and an overall survey of the equipment. The study was executed by taking samples of the wastewater and comparing the laboratory results to the online-sensor output results. The survey was more extensive in Jämsänkoski mill since no earlier study of the waste water equipment is executed there. Kaipola mill survey was just updating of the old results from the earlier studies.</p> <p>The results of this study were the mapping of the instruments used in both mills and how reliable these instruments are. Some improvement actions were taken during this study but there are still some actions that could be done. Some new instruments were installed during this study. The reliability and accuracy of these instruments were under my observance.</p>		
Keywords Suspended solids, Waste water, Jämsänkoski, Kaipola, UPM-Kymmene		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	UPM-KYMMENE.....	4
1.1	UPM-Kymmene konserni	4
1.2	Jokilaakson tehtaot	5
1.2.1	Jämsänkoski.....	5
1.2.2	Kaipola.....	6
2	OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET	7
3	JÄTEVESIEN KÄSITTELY.....	8
4	VIRTAUSMITTAUKSET	9
4.1	Magneettiset määramittaukset.....	9
4.2	Pinnankorkeuteen perustuva avokanavavirtausmittaus.....	10
4.2.1	Kapasitiivinen avokanavavirtausmittaus.....	12
4.2.2	Ultraääni avokanavavirtausmittaus.....	12
4.2.3	Hydrostaattiseen paineeseen perustuva avokanavavirtausmittaus.....	13
5	KIINTOAINEN MÄÄRAMITTAUKSET	13
5.1	Cerlic ITX 20 -anturi	13
5.2	Cerlic BB2 -vahvistin	14
5.3	Partech TurbiTechw2 HR -anturi	15
5.4	Partech 7300w ² -vahvistin	17
5.5	Partech 740 kannettava kiintoainemittari.....	18
5.6	Quadbeam S-40-IMM	20
6	JÄTEVESIPROSESSI	21
6.1	Jämsänkoski	21
6.2	Kaipola	23
7	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	25
8	JÄMSÄNKOSKEN MITTAUKSET	25
8.1	Paperikone 6	26
8.2	Paperikone 5	26
8.3	Paperikone 4	27
8.4	Paperikone 3	28
8.5	Näytteenottimien automaattinen seuranta	28
8.6	Jämsänkoskelle tarvittavat mittaukset	29

9	NÄYTTEENOTON TULOKSET JÄMSÄNKOSKELLA	30
9.1	Paperikone 3 näytteenoton tulokset.....	30
9.2	Paperikone 4 näytteenoton tulokset.....	30
9.3	Paperikone 5 näytteenoton tulokset.....	31
9.4	Paperikone 6 näytteenoton tulokset.....	32
9.5	Hiertäjä 1 näytteenoton tulokset.....	32
9.6	Hiertäjä 2 näytteenoton tulokset.....	33
10	KAIPOLAN LAITEKARTOITUS	33
11	TULOKSET JA PARANNUSEHDOTUKSET	35
11.1	Kaipola	35
11.2	Jämsänkoski.....	37
12	POHDINTA	38
	LÄHTEET.....	41

KUVIOT

KUVIO 1.	UPM Markkina-alueet	4
KUVIO 2.	Magneettisen anturin asennusohje	10
KUVIO 3.	Yksinkertainen venturi.....	11
KUVIO 4.	Cerlic ITX –Anturi.....	14
KUVIO 5.	Cerlic BB2 -vahvistin	15
KUVIO 6.	Partech TurbiTechw2 –kiintoaineantur.....	16
KUVIO 7.	Partech 7300w2 – vahvistin.....	17
KUVIO 8.	Partech 740 kannettava kiintoainemittari.....	18
KUVIO 9.	Quadbeam S-40-IMM	21
KUVIO 10.	Jämsänkosken jätevesikanaalit	22
KUVIO 11.	Kaipolan jätevesikanaalit	24

LIITTEET

Jämsänkosken mittaustulokset excel – taulukkona (salainen)

Kaipolan mittaustulokset excel – taulukkona (salainen)

Jämsänkosken mittauksien analyysi, 5 sivua (salainen)

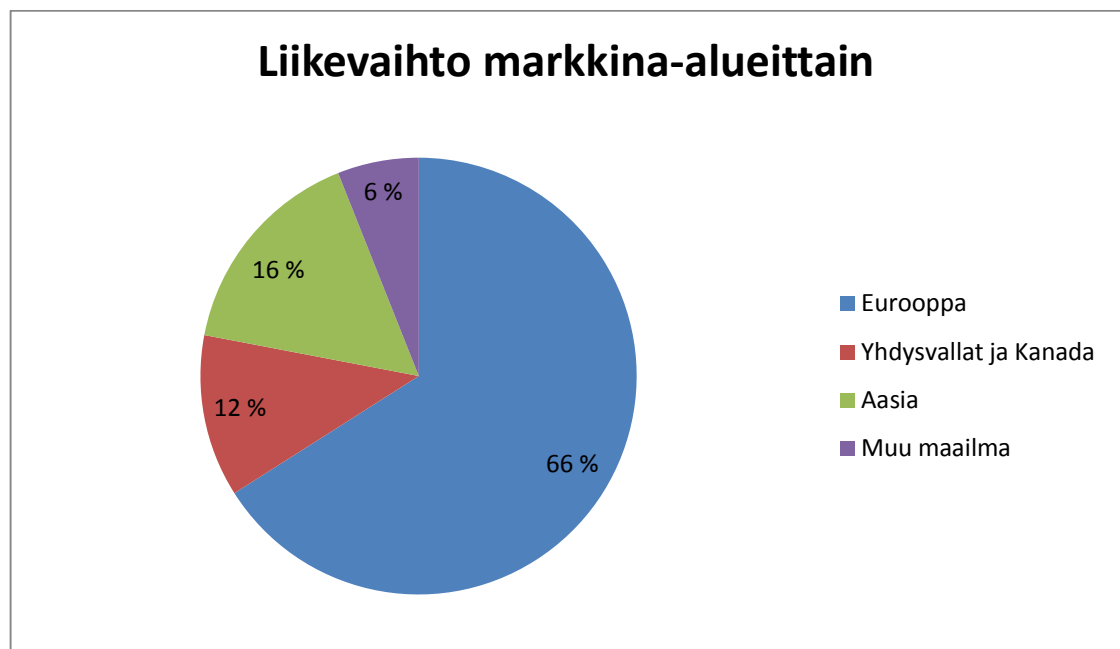
Yhteenveto uusista mittausantureista ja niiden toiminnasta (salainen)

1 UPM-KYMMENE

1.1 UPM-Kymmene konserni

UPM-Kymmene on biometsäteollisuusyhtiö, jonka henkilöstö tällä hetkellä on noin 22 000 työntekijää. Henkilöstöstä 43 % työskentelee Suomessa. Yhtiön liikevaihto vuonna 2010 oli 8,9 miljardia. Yhtiön tärkeimpiä tuotteita ovat energia, biopolttoaineet, sellu, metsä, vaneri, paperi ja tarrat. Yhtiöllä on tuotantolaitoksia 15 eri maassa ympäri maailmaa. Tärkein markkina-alue on Eurooppa, jonka markkinaosuus 72 %. Aasian osuus markkinoista on 12 % ja Pohjois-Amerikan 11 %. (UPM vuosikertomus 2010.)

UPM valmistaa sanoma- ja aikakauslehtipaperia, sekä hieno- ja erikoispapereita. Yleisimmät asiakkaat ovat kustantajia, painotaloja, tukkureita, sekä paperinjalostajia. Tuotantokapasiteetti paperialalla UPM:llä on 10,4 miljoonaa tonni vuodessa, josta Euroopassa 66 % (ks. kuvio 1). (Mt.)



KUVIO 1. UPM Markkina-alueet (Mt.)

Suomessa paperia ja sellua valmistavia tehtaita on Kaukaan tehdas Itä-Suomessa, Kymin tehdas Kuusankoskella, Pietarsaaren tehdas, Tervasaaren tehdas Valkeakoskella, Rauman tehdas ja Jokilaakson tehtaot Jämsässä. Lisäksi UPM:llä on puu- ja muovituotteita valmistavia tehtaita ympäri Suomea. Kaiken kaikkiaan toimivia tehtaaita Suomessa on parisenkymmentä. (Mt.)

1.2 Jokilaakson tehtaot

Jokilaakson tehtaot sijaitsevat Jämsän kunnassa, noin 50 km Jyväskylästä etelään. Tehdaskokonaisuus on saanut alkunsa jo 1888. Jokilaakson tehtaot jakautuvat kahteen tehdaskokonaisuuteen, Kaipolan tehtaaseen sekä Jämsänkosken tehtaaseen. Näiden kahden tehdaskokonaisuuden välimatka on noin 15 km, mutta ne toimivat hyvin yhtenäisinä. Jämsänkosken tehtaalla on neljä paperikonetta, joista kaksi on SC-paperikonetta (superkalanteroitua paperia) ja kaksi erikoispaperikonetta, jotka valmistavat tarrapaperia. Kaipolan tehtaalla on 3 konetta, jotka valmistavat aikakaus- ja sanomalehtipaperia sekä luettelopaperia. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

Näiden seitsemän koneen vuotuinen tuotantokapasiteetti on yhteensä 1 600 000 tonnia. Kaipolan siistaamo käyttää jopa 70 % Suomessa kerätystä kierrätyspaperista ja on Suomen suurin keräyspaperin käsittelijä. Molemmilla tehtailla on omat voimalaitokset sähkön ja höyryn tuotantoon. Pääraaka-aineena käytetään kuusipuukuitua, sahaketta, sekä siistaamon kierrätyspaperia. Henkilöstöä Jokilaakson tehtailla on yhteensä 1130 henkilöä. Tuotannosta yli 90 % menee vientimarkkinoille. (Mt.)

1.2.1 Jämsänkoski

Jämsänkosken tehdas on Jokilaakson tehdaskokonaisuuden vanhempi tehdas, joka on aloittanut toimintansa jo 1800-luvun puolella. Jämsänkosken tehtaalla toimii neljä paperikonetta, joista kaksi ovat SC-koneita ja kaksi valmistava tarra- ja pakkauspaperia. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 880 000 tonnia vuodessa. Henkilöstömäärä on noin 750 henkilöä. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

Paperikone 3 valmistaa tarran pinta- ja taustapaperia sekä pakkauspaperia. Koneen leveys on 4,12 m. Raaka-aineina käytetään lyhyt- ja pitkäkuituista sellua, täyteaineita ja päällystyspigmenttejä. Neliöpaino on paperilaadun mukaan 50 – 97 g/m². Koneen nopeus on 1100 m/min. Koneella on yksi superkalanteri ja yksi pituusleikkuri. (Mt.)

Paperikone 4:lla valmistetaan samoja erikoispapereita kuin PK3:lla. Koneen leveys on 5,22 m ja nopeus 900 m/min. Raaka-aineina käytetään lyhyt- ja pitkäkuituista sellua, täyteaineita ja päällystyspigmenttejä. Neliöpaino paperikoneella paperilaadun mukaan on 60 – 135 g/m². Paperikoneella on yksi pituusleikkuri. (Mt.)

Paperikone 5 valmistaa SC-paperia eli aikakauslehtipaperia. Koneen leveys on 8,3 m ja nopeus 1400 m/min. Raaka-aineina kone käyttää kuumahierrettä, sellua ja täyteaineita. Neliöpaino laadun mukaan on 51 – 60 g/m². Paperikoneella on kaksi pituusleikkuria ja kolme superkalanteria. (Mt.)

Paperikone 6 valmistaa SC-paperia eli kiiltäväpintaista kalanteroitua paperia. Koneen leveys on 9,35 m ja nopeus 1700 m/min. Raaka-aineina kone käyttää kuumahierrettä, sellua ja täyteaineita. Neliöpaino on laadusta riippuen 39 – 56 g/m². Koneella on kaksi pituusleikkuria ja kolme superkalanteria. (Mt.)

1.2.2 Kaipola

Kaipolan paperitehdas on Jokilaakson tehdaskokonaisuuden uudempi tehdas, joka on perustettu Päijänteen rannalle vuonna 1952. Toimivia paperikoneita on kolme, jotka valmistavat LWC-, puhelinluettelo- ja sanomalehtipaperia. Kaipolan tuotantokapasiteetti on noin 700 000 tonnia vuodessa. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

Paperikone 4:lla valmistetaan puhelinluettelopaperia. Koneen leveys on 7,04 m ja nopeus 1550 m/min. Raaka-aineina kone käyttää kuumahierrettä ja kierrätyskuitua. Neliöpaino on paperilajin mukaan 29 – 40 g/m². Paperikoneella on kaksi pituusleikkuria. (Mt.)

Paperikone 6 valmistaa päällystettyä aikakauslehtipaperia. Koneen leveys on 8,26 m ja nopeus 1650 m/min. Raaka-aineina kone käyttää kuumahierrettä, sellua, pigmenttejä ja sideaineita. Neliöpaino paperilajin mukaan 45 – 65 g/m². Paperikoneella on kaksi pituusleikkuria ja kaksi superkalanteria. (Mt.)

Paperikone 7 valmistaa puhelinluettelo- ja sanomalehtipaperia. Koneen leveys on 8,40 m ja nopeus 1630 m/min. Raaka-aineina kone käyttää kuumahierrettä ja kierrätyskuitua. Neliöpaino paperilajin mukaan 34 – 52 g/m². Paperikoneella on kaksi pituusleikkuria. (Mt.)

2 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Opinnäytetyö keskittyi tehtaalla mitattaviin jätevesiin, joita syntyy paperinvalmistusprosessissa. Työ oli osa laajempaa Clean Run – projektia, joka käynnistettiin koko UPM:n laajuudella. Tämän projektin tarkoituksena on parantaa yleisesti ympäristötoimintaa kaikessa yhtiön toiminnassa. Jätevesistä mitataan kiintoainepitoisuuksia, eli veden mukana olevia kiinteitä aineita, kuten kuitua ja täyteaineita. Kiintoainemittauksien ja virtausmittauksien avulla saadaan laskettua kiintoainepäästöjen määrä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa näiden mittausten luotettavuutta sekä kehittää osastokohtaista jaottelua kiintoainepäästöjen seurannan osalta.

Paperinvalmistusprosessin yhteydessä tarvitaan paljon vettä. Yleisesti ottaen vettä lisätään jokaisessa vaiheessa ennen viiraosaa. Viiraosan jälkeen alkaa veden poistaminen, joka kestää paperinvalmistusprosessin loppuun asti. Paperitehtaan jätevedet sisältävät paperikonelinjasta riippuen erilaisia lisä- ja täyteaineita, väriaineita, kuitua, tuhkaa, savea sekä mustetta. Nämä vedet pyritään käyttämään siten, että kaikki mahdollinen kuitu, täyte- ja lisäaineet, sekä lämmin vesi tulisivat käyttöön. Kaikki vesi, jota ei pystytä enää tehtaassa kierrättämään tai muuten hyödyntämään, pumpataan jätevedenkäsittelyyn.

Kuitupitoisia rejektejä, eli hylkyjä, syntyy erilaisten sihtien ja pyörrepuhdistuksen yhteydessä sekä säiliöiden yliajoissa ja tyhjennyksissä. Näitä rejektejä lasketaan usein tehtaan jätevesikanaaleihin. Tämä kuitupitoinen rejekti sisältää kuitenkin vielä käytökelpoisia kuituja, joita tulisi mahdollisuuksien mukaan kierrättää ja yrittää hyödyntää paperin valmistuksessa. Nämä kiintoainehäviöt muodostavat kustannuksia tehtaalle ja kuormittavat luontoa. On siis kaikkien edun mukaista pyrkiä minimoimaan kiintoainepäästöjä tehtailla ja pyrkiä mahdollisimman hyvään seurantaan ja kontrolliin kiintoainepäästöjen suhteen.

3 JÄTEVESIEN KÄSITTELY

Jätevedet kerätään Jokilaakson tehtailla erillisiin rejektisäiliöihin tai jätevesikanaaleihin. Jätevedet pumpataan tehtailta ensin esiselkeyttimelle, jossa vettä puhdistetaan mekaanisesti. Puukuidut ja täyteainejäämät saadaan kerättyä talteen. Esiselkeyttimeltä vesi pumpataan biologiselle puhdistamolle. Biologinen puhdistus perustuu elävien mikrobien ja bakteereiden toimintaan: Pieneliöt hajottavat ja käyttävät ravinnokseen jäteveden sisältämää orgaanista ainesta. Lisäksi biologinen käsittely kontrolloi veden lämpötilaa. Biologinen käsittely poistaa jäteveden sisältämää fosforia ja typpeä. (Jokilaakson tehtaot 2010.)

Kun kaikki kiinteä aines on esiselkeyttimen ja pieneliöiden toiminnan tuloksena pois, vesi käsitellään ilmastusaltaassa, joka poistaa jätevedeen liuenneen, vesistöiden happea kuluttavan kuormituksen. Näitä kuormittavia aineita lasketaan BOD-määrityksen avulla, joka tarkoittaa biokemiallisen hapenkulutuksen määrittystä. Ilmastuksen jälkeen vesi menee jälkiselkeyttimen läpi, jossa liete eli biomassa laskeutuu jälkiselkeyttimen pohjalle ja suurin osa siitä pumpataan takaisin ilmastusaltaaseen. Osa lietteestä puristetaan esiselkeyttimeltä tulevan lietteen kanssa kuivaksi ja

poltetaan voimalaitoksella tai käytetään maanrakennusaineena. Vasta näiden eri käsittelyvaiheiden jälkeen vesi pumpataan takaisin vesistöön. (Mt.)

Veden määrä ja laatu ovat jatkuvassa seurannassa ja vedestä otetaan analysoitavia näytteitä ennen veden laskemista takaisin vesistöön. Veden käyttö ja sen kiinto-ainepitoisuudet tehtaan sisällä ovat Jokilaakson tehtaiden itselleen asettamia rajoja. Vesistöön pumpattavasta puhdistetusta vedestä analysoidaan kemiallista hapenkulutusta, ravinteita, fosforia ja typpeä. Jokilaakson tehtailla on myönnetty ISO 14001-ympäristösertifikaatti sekä EMAS-järjestelmän mukainen sertifikaatti ympäristöasioiden hoidosta. (Ympäristösuojelun kehitys 2010 UPM, Jokilaakson tehtaات.)

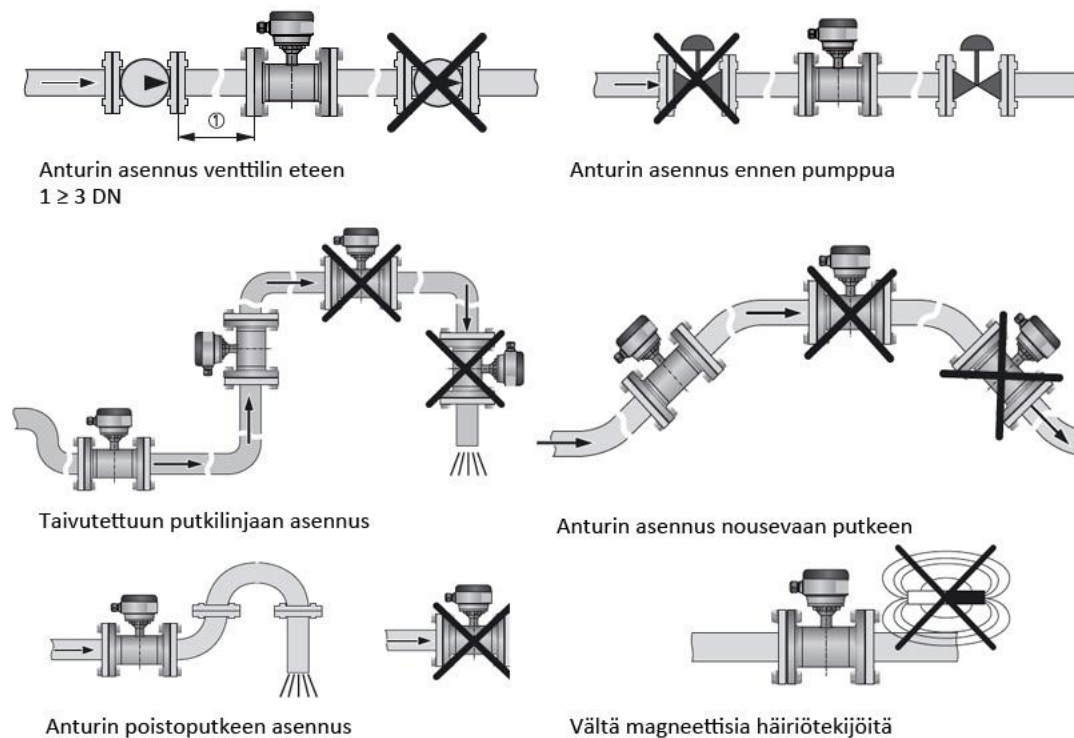
Veden kulutusta on onnistuttu vähentämään, mutta se on edelleen hieman yli tavoitteiden. Jämsänkosken jätevesikuormitus vuonna 2010 oli $11,5 \text{ m}^3$ per paperitonni ja Kaipolan $14,8 \text{ m}^3$ per paperitonni, BAT- arvo (Best Available Technology) on 12 – 20 m^3 per paperitonni. Jätevesikuormitus on siis luparajojen mukainen. (Mt.)

4 VIRTAUSMITTAUKSET

4.1 Magneettiset määrämittaukset

Magneettinen määrämittaus perustuu magneettiputkeen, jonka läpi virtaus kulkee. Toimintaperiaatteena on mitata keskimääräinen virtausnopeus, josta saadaan laskettua tilavuusvirta. Magnetointikäämi synnyttää putkeen magneettikentän, joka aikaansaa virtaavaan nesteeseen indusoitunutta jännitettä, jota tunnustellaan elektrodeilla. Jännite on vahvistettava, ennen kuin sitä voidaan käyttää signaalina. Mittaus-tapa edellyttää mitattavalta aineelta johtavuutta, tosin veden johtavuus riittää hyvin aikaansaamaan toimivan mittauksen. Mittaustavan heikkoutena on sen herkkyys vedessä olevalle ilmalle, joka häiritsee virtauksen määrän näyttämää.

Mittausanturi sijoittaminen vaatii tarkan paikan (ks. kuvio 3). Mittausanturi tulee sijoittaa aina osuudelle, jossa putki on täynnä nestettä. Ilma häiritsee mittaustulosta, joten anturia ei tule asentaa putkilinjan tekemään yläpuoliseen mutkaan, koska siihen jää helposti ilmakuplia. Mittauksen on oltava ennen linjassa mahdollisesti olevaa säätöventtiiliä, koska venttiin jälkeen putki ei ehkä ole täynnä. Asennus tulee toteuttaa aina pumpun painepuolelle, ja alaspäin virtaavaa putkea tulee välttää.

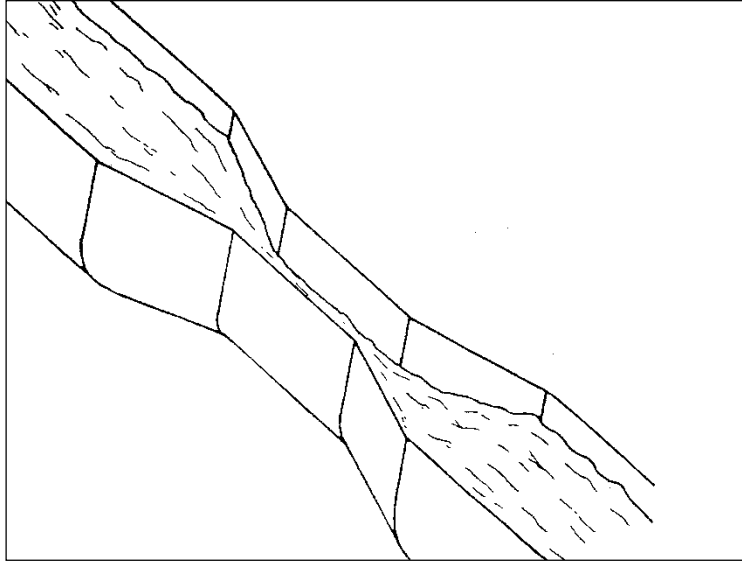


KUVIO 2. Magneettisen anturin asennusohje (Waterflux 3000 handbook, 2012)

4.2 Pinnankorkeuteen perustuva avokanavavirtausmittaus

Pinnankorkeuden perusteella toimivia virtausantureita on Jokilaakson tehtailla kolmenlaisia: Kapasitiivinen avokanavavirtausmittaus, ultraääneen perustuva avokanavavirtausmittaus ja hydrostaattiseen paineeseen perustuva avokanavavirtausmittaus. Jämsänkosken tehtaan kanaalimittauksissa käytetään ultraäänimittauksia sekä hydrostaattiseen paineeseen perustuvia mittauksia. Kaipolassa käytössä on

kaikkia kolmea. Kaikkien toimintaperiaatteena on selvittää virtauksen pinnankorkeus hallituissa olosuhteissa. Käytännössä on kyse venturikanavasta (ks. kuvio 4), jonka muoto tunnetaan. Venturin avulla voidaan matemaattisesti laskea virtaus.



KUVIO 3. Yksinkertainen venturi (Kiintoainehäviöiden mittausten kehittäminen pa-peritehtaassa, 2007)

Venturi-ilmiö perustuu Bernoullin lakiin, jossa virtaavan nesteen nopeus kasvaa ja paine laskee, kun neste kulkee kavennetun venturin läpi.

Bernoullin yhtälö putkessa virtaavalle aineelle, jonka tiheys on vakio ρ (aine siis on kokoonpuristumaton) ja gravitaation aiheuttama kiihtyvyys g , voidaan esittää muodossa:

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Putken pisteessä 1 putken korkeus on y_1 ja aineen paine on p_1 . Vastaavasti putken pisteessä 2 putken korkeus on y_2 ja aineen paine on p_2 .

4.2.1 Kapasitiivinen avokanavavirtausmittaus

Kapasitiivisessa mittauksessa mitataan kahden levyn välistä kapasitanssia. Niiden välissä virtaava kanaalivesi muuttaa levyjen välistä kapasitanssia, kun virtaavan veden pinnankorkeus muuttuu. Anturin tuottama signaali muunnetaan vahvistimessa virtaviestiksi. Tämän tyyppistä mittausta on Jokilaakson tehtailla käytössä kahdessa paikassa. (Drexelbrook 408-6200 installation and operation instructions, 1993)

Käytännön ongelmaksi on havaittu mittaushetkellä kanavan pohjalle kertyvä liete tai massa, joka aiheuttaa systemaattista poikkeamaa. Massa voi kanaalin kohdasta riippuen nostaa virtaavan veden pintaa ja aiheuttaa näin virhettä. Mittauksen kohdalle kasautuva massa nostaa kapasitanssia ja aiheuttaa virhettä, vaikka pinta ei juuri nousisikaan

4.2.2 Ultraääni avokanavavirtausmittaus

Ultraäänimittaus on yleisin Jokilaakson tehtailla käytetty mittaustapa avokanaaleissa. Sen toiminta perustuu anturin lähettämään kaikuun, joka törmätessään aineen pintaan kimpoaa siitä takaisin. Pinnankorkeus lasketaan kaiun kulkuajan perusteella. Ultraäänimittausta on helppo soveltaa avokanavassa, jossa on venturi tai pato. Aluksi laitteelle on asetettava nollataso eli avokanavassa mittauksen ja kanavan pohjan välinen etäisyys. Lisäksi laitteelle on syötettävä tarkat parametrit venturikanavasta tai padosta, jonne anturi asennetaan. (Hawk Real Time Flow Measurement for Liquids, 2008.)

Ongelmaksi myös ultraäänianturin kanssa on osoittautunut kanaalin pohjalle kertyvä massa, joka vääristää pinnan ja pohjan välistä etäisyyttä toisistaan. Ne paikat kanaa-

leissa, joissa ultraäänianturit ovat käytössä, olisi hyvä pitää erityisen puhtaina ja huuhdella kanaalien pohjat, jotta virhettä ei pääsisi syntymään.

4.2.3 Hydrostaattiseen paineeseen perustuva avokanavirtausmittaus

Hydrostaattiseen paineeseen perustuva anturi asennetaan kanaaliin vapaaseen kosketukseen kanaalissa virtaavan veden kanssa. Kanaalissa on venturikanava anturin jälkeen, eli perusperiaate virtauksen mittauksessa on sama kuin muissakin avokanavavirtausmittauksissa. Erona on pinnankorkeuden mittaaminen, joka tehdään hydrostaattisen paineen avulla. Vesi aiheuttaa anturiin nostetta. Pinnan noustessa myös anturiin kohdistuva noste kasvaa ja paineen muutos käännetään virtauksen muutokseksi. Hydrostaattiseen paineeseen perustuvia avokanaalimittauksia on Joki-laakson tehtailla käytössä kolmessa kohteessa. (Waterpilot FMX21 technical information, n.d.)

5 KIINTOAINEEN MÄÄRÄMITTAUKSET

5.1 Cerlic ITX 20 -anturi

Cerlic ITX -anturi (ks. kuvio 4) on yleisin kiintoaine-anturi, joka on käytössä useassa positiossa sekä Jämsänkosken että Kaipolan tehtaalla. Jämsänkoskella se on käytössä kolmen koneen kanaalissa, Kaipolassa se on käytössä hiertämöiden kanaaleissa, PK6:n kanaalissa sekä PK4:n jälkeen olevassa kokoomamittauksessa.

Anturin toiminta perustuu valon hajontaan. Kiintoaine heijastaa ja imee valoa lähetimen ja vastaanottimen välillä. Anturin valodiodi lähettää NIR-valoa 880 nm:n aallonpituudella. Vastaanottimella mitattu signaali on logaritmisesti kääntäen verran-

nollinen, eli mitä enemmän valoa lähettimen ja vastaanottimen läpi pääsee, sitä pienempi on kiintoainepitoisuus näytteessä. Anturin vahvistimena toimii yleisimmin BB2-mallinen Cerlicin valmistama vahvistin. (Cerlic ITX-20 manual.)

Anturi on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Anturissa on myös painevedelle tai -ilmalle tehty puhdistuskanava. Se on suunnattu siten, että se pesee anturin linsejä. Puhdistussuihkulle voidaan tehdä ohjelma BB2 -vahvistimesta, joka jäädyttää mittauksen pesusuihkun ajaksi. Anturin asennussyvyudeksi on ilmoitettu 30 cm vedenpinnan alapuolelle. Tärkeää olisi, ettei anturi pääse nousemaan pintaan, jos kaanalin vedet laskevat matalalle. Anturi olisi hyvä asentaa väljän jälkeiselle osuudelle, jotteivät suuret roskat kuten muovipussit tai kumihanskat, kietoutuisi anturin ympärille.



KUVIO 4. Cerlic ITX –Anturi (Cerlic ITX-20 manual)

5.2 Cerlic BB2 -vahvistin

BB2 on useimmille Cerlicin antureille soveltuva vahvistin (ks. kuvio 5). Vahvistimen 16-bittinen prosessori kykenee käsittelemään useaa anturia yhtä aikaa. Kalibrointialgoritmit haetaan usealla kalibrointipisteellä, joita voi enintään olla viisi. Valmistaja on

tehnyt vahvistimen nollakalibroinnin ja valmistaja suosittelee, ettei tätä kalibrointia tehdä uudestaan, ellei voida olla täysin varmoja sen virheellisyydestä. Käytännössä uuden anturin käyttöönotossa nollakalibrointia ei tarvita, mutta ajan kuluessa saatavat anturin linssit hioutua, jolloin nollakalibrointi saattaa olla tarpeen. Vahvistimessa on kaksi 4 – 20 mA:n lähtöporttia ja tukee korkeintaan neljää anturia 4 – 20 mA:n virtaviestille tai Profibus DP signaalille. (Cerlic BB2 manual.)



KUVIO 5. Cerlic BB2 -vahvistin (Cerlic BB2 manual)

5.3 Partech TurbiTechw2 HR -anturi

TurbiTechw² HR (ks. kuvio 6) on suunniteltu toimimaan parhaiten nesteissä, joiden kiintoainepitoisuus on 8000-14000 mg/l. Suurin valmistajan ilmoittama toiminta-alue on 0-30 000 mg/l. Anturin toimintalämpötilaksi valmistaja ilmoittaa 0-50 °C, joka on riittävä paperikoneen kanaaleihin mutta ehkä liian alhainen hiertämöille. Hiertämöiden kanaaleiden lämpötila voi kohota jopa yli 60 °C. (TurbiTechw² HR product datasheet.)

Anturin toiminta perustuu suuriin optisiin pintoihin ja näytepinta-alaan. Suurien pintojen etu on, etteivät rasva- tai öljypitoiset aineet häiritse kiintoaineen mittausta. Anturi toimii lähes samalla periaatteella kuin edellä esitetty Cerlic ITX 20 -anturi. Anturi käyttää 860 nm:n infrapunavaloa. HR -malli perustuu valon absoroitumiseen kahden anturin välissä. (Mt.)

Mittarissa on itsestäänpuhdistusmekanismi, joka pitää antureiden päät puhtaina. Anturin päät vetäytyvät mittalaitteen sisään, jolloin mittarissa olevat polyuretaanitiivisteet puhdistavat antureiden optiset pinnat. Puhdistusväli määritetään 7300w2 - vahvistimella. Puhdistusprosessi kestää noin 90 sekuntia tarkoittaen, että 5 tunnin mittausaikana, mittari on toiminnassa 99,5 % ajasta.



KUVIO 6. Partech TurbiTechw2 –kiintoaineanturi (TurbiTechw2 datasheet)

5.4 Partech 7300w² -vahvistin

Partech 7300w² -vahvistin on suunniteltu toimimaan Partechin WaterWatch² – laitteiden kanssa, joihin Jokilaakson tehtailla käytössä olevat TurbiTechw² -anturit kuuluvat. Vahvistin pystyy käsittelemään kahta anturia kerrallaan, mutta tarpeen tullen laitemäärää voidaan laajentaa. Vahvistimessa on näyttö, josta voi lukea anturin mittaamaa arvoa kentällä. Kalibrointi tehdään ainoastaan yhteen pisteeseen, siihen käytetään vesinäytettä jonka kiintoainepitoisuus tunnetaan. Vahvistimesta lähtee kaksi 4-20 mA:n analogista lähtöä tai Profibus DP -signaali. (Partech 7300w² product datasheet.)



KUVIO 7. Partech 7300w2 – vahvistin (7300w2 datasheet)

5.5 Partech 740 kannettava kiintoainemittari

Kaipolan tehtaalle otettiin käyttöön akkukäyttöinen ja pienikokoinen Partechin 740 – kiintoainemittari (ks. kuvio 8), jolla oli tarkoitus tarkastella kiinteitä kiintoainemittauksia. Mittari on kätevä siirtää paikasta toiseen ja sen näyttämää voi vertailla kiinteän mittauksen arvoon, jos epäillään että jokin mittaus on pielessä.

Mittarissa on kevyt, noin puoli kiloa painava vahvistin- ja näyttöosa ja noin puoli kiloa painava anturi. Anturin ja vahvistimen välissä on viiden metrin kaapeli, joka mahdollistaa sen laskemisen syväänkin kanaaliin. Anturi kestää 60 °C lämpötilan, joka on riittävä koneiden kanaalivesille. Hiertämöille anturin lämpötilan kesto ei välttämättä jokaisessa kohteessa ole riittävä. Mittaus perustuu valon hajontaan ja imeytymiseen 880 nm:n aallonpituudella. Anturi pystyy mittausalueeseen 0-20 000 mg/l. . (Partech portable suspended solids product datasheet.)



KUVIO 8. Partech 740 kannettava kiintoainemittari (Partech 740 datasheet)

Päätin toteuttaa käyttöönoton ja kalibroinnin tälle kiintoainemittarille, koska se antaisi hyvän kuvan Jämsänkosken tehtailla käytössä olevista online-mittauksista. Lisäksi kiintoainemittarin käyttöönotossa ilmeni useita uusia asioita jotka vaikuttavat mitaustarkkuuteen ja mittauksen luotettavuuteen.

Käyttöönotto aloitettiin kalibroinnilla, jossa ilmeni heti alkuun ongelmia. Mittari kalibroidaan puhtaaseen veteen ja sen jälkeen näytteeseen, jonka kiintoainepitoisuus tunnetaan. Näiden kahden pisteen avulla mittari määrittää logaritmisen käyrän asetetulle mitta-alueelle. Tunnetun näytteen kiintoainepitoisuuden pitäisi olla valitun alueen puolessa välissä, eli jos alueeksi valitaan 0-20 000 mg/l, niin laite suorittaa sitä paremman kalibroinnin, mitä lähempänä arvoa 10 000 mg/l näytteen kiintoainepitoisuus on.

Kalibrointi suoritettiin ensimmäisen kerran Kaipolan tehtaalla alle 10,000 mg/l:ssa näytteillä. Näytteet olivat esiselkeyttimelle meneviä ja tulevia vesiä. Väriltään vedet olivat kirkkaita tai ruskeita. Kalibrointi ei kuitenkaan toiminut halutulla tavalla, vaikka näyte oli melko lähellä halutun alueen 0-10,000 mg/l puoltaväliä. Mitä kauemmaksi puoltaväliä alueesta mentiin, sitä enemmän virhettä mittaukseen tuli. Toistettavuus oli hyvä, mittaustulos näytti joka kerta samaa arvoa puolenvälin näytteeseen.

Jämsänkosken tehtaalla sai laajemman kirjon eri näytteitä kuin Kaipolan tehtaalta, koska laboratorio tekee siellä kiintoainemäärityksiä useammasta paikasta. Kokosin näytteitä alueelle 0-10,000 mg/l 4 kappaletta ja aloin virittää laitetta uudelleen. Laitteesta löytyi myös manuaalinen säätö logaritmiselle käyrälle. Kirjasin taulukkoon virheiden suuruudet alueittain ja korjasin ne mittarin x-arvoihin, eli input-taulukkoon. Mittari saatiin toimimaan lähes virheettömästi alueella 1000 – 5660 mg/l.

Kokeilin ruskeaan veteen kalibroitua profiilia valkoiseen pastapitoiseen veteen ja huomasimme, että lukemat olivat pielessä. Pienen tutkimisen jälkeen totesin, että mittari on kalibroitava erikseen valkoisille pastapitoisille vesille. Tämä ilmiö johtuu siitä, että infrapunavalon käyttäytyminen eri tavalla ruskeassa hienojakoisessa vedessä kuin suurempia partikkeleita sisältävässä valkoisessa pastapitoisessa vedessä. Toinen hie-

noinen ero tuli esiin siinä, kalibroidaanko kiintoainemittaria juoksevassa vedessä vai seisovassa vedessä. Ero ei ollut suuri, noin 10%:n luokkaa. Päätin suorittaa kaikki kalibroinnit juoksevassa vedessä, koska se vastaa paremmin prosessin oikeaa tilannetta.

Seuraavaksi kalibroin mittarin pastapitoisille vesille. Käytin kalibrointiin Jämsänkosken PK4:n kanaalivettä sekä pyörrepuhdistuksen rejektiä. Laimensin näytteitä, jotta saisin useammasta pitoisuudesta näytteen ja laajemman kalibrointialueen. Kaikkiaan näytteitä oli 6, alueella 2200 – 21979 mg/l. Tein kalibroinnin jälkeen koemittauksia PK4:n kanaaliin ja vertasin niitä kiinteään online-anturiin. Totesin anturin toimivan lähes virheettömästi.

5.6 Quadbeam S-40-IMM

Quadbeam-anturi on suunniteltu toimimaan ensisijaisesti elintarviketeollisuudessa. Se on valmistettu yhdestä polypropyleenikappaleesta ja on täysin tiivis. Anturi käyttää kahta infrapunadiodiparia, joita pulssitetaan sekvenssissä. Muuten periaate on sama kuin aiemmissakin kiintoaineantureissa. Käytössä on 880 nm:n aallonpituudella toimiva infrapunavalon anturi toimii alueella 0-25 000 mg/l ja sen lämpötilakesto on 85 °C, joka on tarpeen hiertämöiden kuumemmissa olosuhteissa. Tämän tyyppinen anturi asennettiin Kaipolan TMP2:n kanaaliin. Quadbeam toimitti lisäksi paineilmalla toimivan puhdistuspään, joka sumuttaa ilmaa antureiden linseille pitäen ne puhtaina melko tehokkaasti. Anturi on ollut käytössä vasta vähän aikaa, joten pitkän ajanjakson tietoa puhtaanapysyvyydestä ei ole, mutta ensimmäisten viikkojen kokemukset olivat hyviä. (S-40 datasheet.)



KUVIO 9. Quadbeam S-40-IMM (S-40 datasheet)

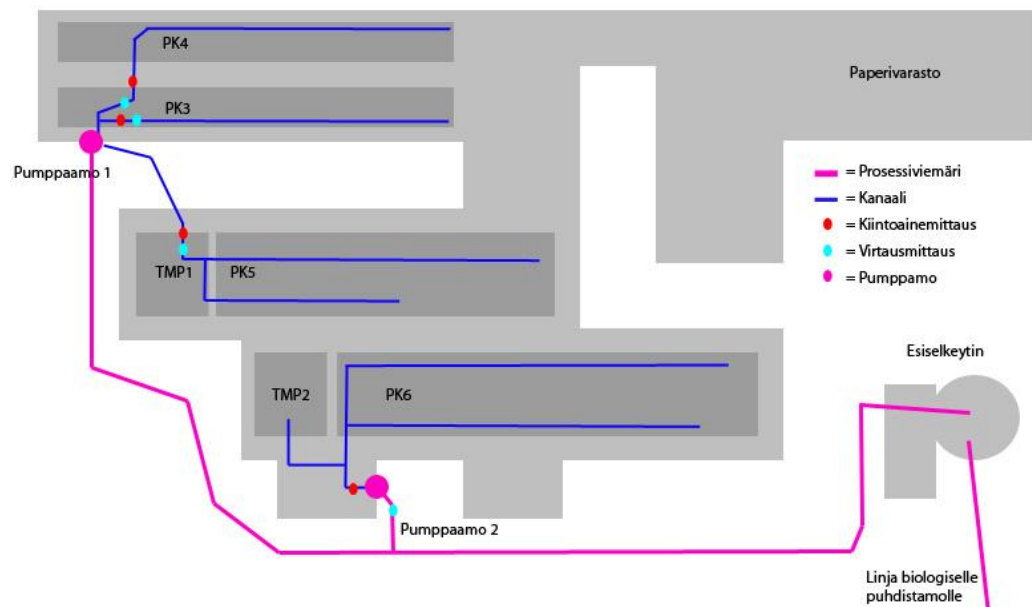
6 JÄTEVESIPROSESSI

6.1 Jämsänkoski

Jämsänkoskella jokaisen koneen kanaalissa on omat mittauksensa sekä kiintoaineelle että virtaukselle. Ne helpottavat suuresti koneiden kiintoainepäästöjen seurantaa. Kanaalit ovat pääosin erillään toisistaan, hiertämöiltä tosin ajetaan joitain hylkyjä PK5:n ja PK6:n kanaaleihin. Konelinjojen mittaukset voidaan eriyttää konekohtaisiksi erillään olevien kanaalien ansiosta. Kanaaleiden jätevedet johtavat kahdelle eri pumppaamolle, joista jätevedet pumpataan prosessiviemärin kautta jätevedenpuhdistuksen ensimmäiseen vaiheeseen, esiselkeyttimelle ja sieltä edelleen biologiselle puhdistamolle. Toiseen pumppaamoon tulevat PK3:n, PK4:n, PK5:n ja TMP1:n kanaalivedet. Toiselta pumppaamolta pumpataan PK6:n ja TMP2:n kanaalivedet. PK5:n ja TMP1:n kanaalit yhdistyvät ennen PK5:n kanaalin loppua, samoin PK6:n ja TMP2:n kanaalit. PK3:n ja PK4:n kanaalit yhdistyvät myös ennen pumppaamoa (ks. kuvio 10).

PK6:n rejektisäiliöllä on oma linjansa, joka ohittaa kanaalit sekä esiselkeyttimen. Rejekti pumpataan suoraan puhdistamon kaarisihdeille ja sieltä edelleen lietteenkäsittelyn sekoitussäiliöön. Tähän rejektisäiliöön tulee jätevesiä PK6:n puolelta ja

TMP2:lta. PK6:n puolelta sinne pumpataan hyllynlajittelun rejektiä ja albian rejektiä. Albia on pyörrepuhdistuksen viimeinen vaihe, jossa kuitupitoista vettä pyritään palauttamaan paperinvalmistusprosessiin takaisin. Alban hylky eli rejekti pumpataan rejektisäiliöön. TMP2:lta säiliöön ajetaan hakkeenpesuvesiä, jotka sisältävät runsaasti kiintoainetta. Lisäksi säiliöön tulee TMP1:n ja TMP2:n yhteisiä kaarisihtien vesiä hyvin minimaalinen määrä.



KUVIO 10. Jämsänkosken jätevesikanaalit

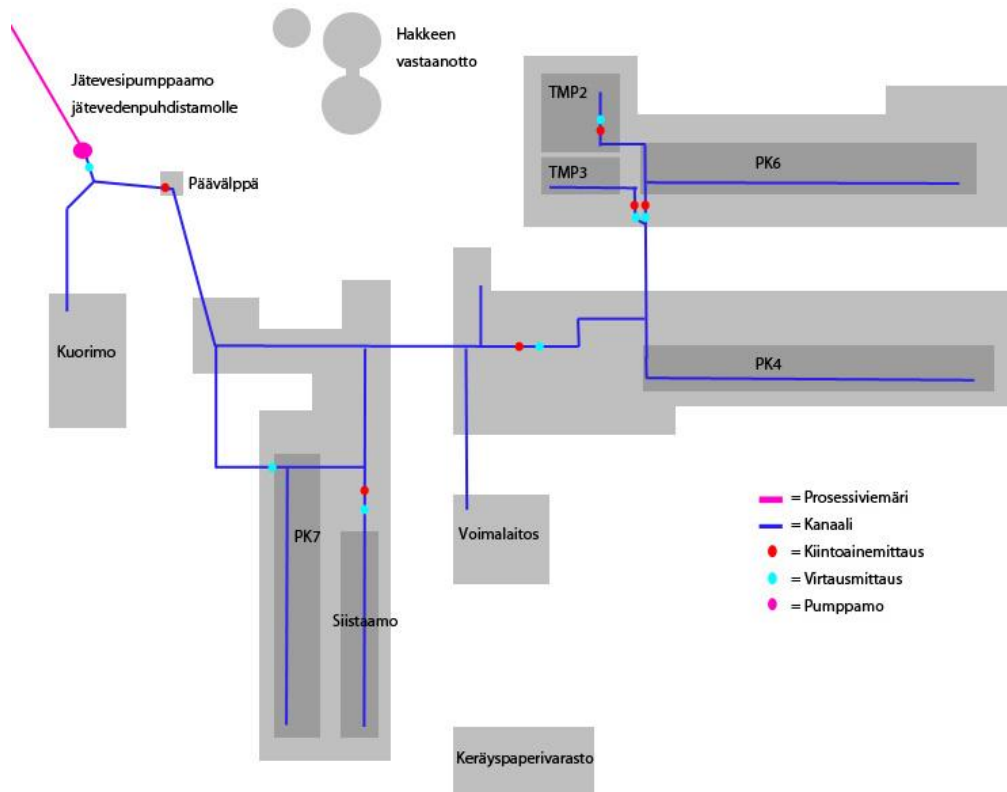
Jämsänkosken koneilla kanaalin kiintoainetta seurataan laboratorion näytteillä. Jätevesikanaaleista pumpataan vettä näytteenottoastioihin, jotka ovat muutaman kymmenen litran kokoisia. Näytettä pumpataan keskimäärin puolen tunnin välein noin 2-3 dl:n astiaan. Laboratorion henkilökunta käy keräämässä näytteet kolme kertaa viikossa: Maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin. Näytteen keruun jälkeen näyteastia tyhjähdään ja annetaan taas täyttyä seuraavaa näytteenotto kertaa varten.

Näytteet pumpataan useimmissa paikoissa kanaalin pohjasta. Ongelmana on näytteenottolaitteen letkun päähän kertyvä massa, joka vääristää näytettä. Letku makaa kanaalin pohjassa ja sen suulle kerääntyy massaa, jonka letku imaisee näytteenottoastiaan. Tämä ongelma voidaan estää asettamalla näytteenotto sellaiseen paikkaan, jossa virtaus on voimakkaampaa ja massan kerääntymistä ei esiinny, tai huolehtimalla muulla tavalla siitä, ettei letku makaa jätevesikanaalin pohjassa, kun näytettä otetaan.

6.2 Kaipola

Kaipolan tehtaalla on kolme paperikonetta ja kaksi hiertämöä, joiden kaikkien kanaalit yhdistyvät ennen päävälppää ja pumppaamoa, joka pumppaa tehtaan jätevedet esiselkeyttimelle. PK6 ja hiertämöt muodostavat yhden kokonaisuuden, josta kanaalivedet menevät PK4:lle. PK4:n vedet yhdistyvät tähän kanaaliin ja ne muodostavat yhden pääkanaalin. PK7:n ja siistaamon vedet yhtyvät vielä tähän pääkanaaliin ennen päävälppää ja pumppaamoa (ks. kuvio 11).

Hiertämö 2:lla ja PK6:lla on yhteinen kiintoainemittaus sekä virtausmittaus. Lisäksi molemmilla hiertämöillä on omat kiintoainemittauksensa. PK6:n osuus mistä lasketaan matemaattisesti vähentämällä hiertämön osuus yhteisestä mittauksesta. PK4:n jälkeen on niin sanottu pääkanaali tai kokoomakanaali. Tässä kanaalissa on yksi kiintoainemittaus, josta lasketaan PK4:n osuus matemaattisesti vähentämällä hiertämöiden ja PK6:n osuus. PK4:llä ei ole omia kiintoaine- tai virtausmittauksia sen kanaaleiden reitityksen takia. Kanaalit menevät kahdessa eri tasossa ja molemmin puolin konetta, eikä PK4:n jätevesiä voi tästä syystä mitata järkevästi. PK7:lla ei opinnäytetyön alussa ollut omaa kiintoainemittausta lainkaan. Jätevesipumppaamolla on kaksoisvirtausmittaus, jolla varmistetaan mittauksen luotettavuus.



KUVIO 11. Kaipolan jätevesikanaalit

Kaipolan näytteenotto on huomattavasti suppeampi kuin Jämsänkoskella. Kaipolan tehtaalla näytteitä otetaan säännöllisesti tällä hetkellä ainoastaan yhdestä paikasta, päävälpältä. Päävälpän vedet sisältävät kaikkien koneiden vesiä ja kertovat tehtaan kokonaiskiintoainepitoisuuden.

Online-mittausten seurannan kannalta olisi hyvä olla jonkinlainen säännöllinen mittauskierto jokaiselta koneelta. Kun kanaalien näytteitä verrattaisiin online-mittauksiin, voitaisiin nopeasti huomata, jos jokin mittaus näyttää väärin.

7 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Jokilaakson tehtailla syntyvien jätevesien mittauksiin liittyviä ongelmia ja niiden aiheuttajia. Mittauksia oli kahdenlaisia, jäteveden kiintoainemittauksia sekä virtausmittauksia. Opinnäytetyön aikana tutustuin paperikonelinjojen eroihin jotka liittyivät jätevesikanaaleihin, jätevesien muodostumiseen ja niiden keruuseen.

Kiintoaineantureiden luotettavuutta selvitettiin laboratorion ja alueasentajien avustuksella. Molemmilla tehtailla järjestettiin näytteenotot jätevesistä, jotka laboratorio analysoi. Kiinteiden online -mittausten arvoja verrattiin laboratorion määrittämiin kiintoainepitoisuuksiin ja nämä taulukoitiin. Kaipolan tehtaalla käytössäni oli myös Partechin valmistava kannettava kiintoainemittari, jonka avulla voitiin vertailla eroja mittaustulosten välillä.

Lopullisena tavoitteena oli löytää luotettavimmat mittalaitteet ja niille oikeat asennuspaikat sekä ylläpitokeinot joilla nykylaitteisto pysyy luotettavana. Antureiden mittaustulosten luotettavuutta yritettiin parantaa kalibroimalla niitä uudelleen tai muuttamalla niitä mittaustuloksen kannalta luotettavampaan kohtaan. Uusia mittalaitteita otettiin käyttöön opinnäytetyön aikana ja niiden kalibroinnin seuraaminen ja valvonta kuului myös osittain tähän työhön.

8 JÄMSÄNKOSKEN MITTAUKSET

Tässä kappaleessa käsitellään Jämsänkosken tehtaalla sijaitsevat kiintoaine- ja virtausmittaukset, niiden paikat, luotettavuus ja huollettavuus.

8.1 Paperikone 6

Kanaalin kiintoainemittaus, Cerlic ITX:

Cerlicin ITX -kiintoainesanturi sijaitsee kanaalin lopussa, välppän jälkeen. Välppä on metallinen ritilä, johon suurimmat roskat jäävät eivätkä kulkeudu pumppujen kautta esiselkeyttimelle. Anturin paikka on huollettavuuden kannalta hyvä. Anturin pystyy vaivatta nostamaan kanaalista ylös ja puhdistamaan. Vahvistimena toimii Cerlicin BB2-mallinen vahvistin.

Anturin puhdistus hoidetaan paineilmalla. Aloittaessani tätä opinnäytetyötä, paineilmaa suihkutettiin anturiin jatkuvalla syötöllä. Tilanne korjattiin ja asensimme automaattiventtiilin ohjaamaan paineilman syöttöä. Huuhtelu muutettiin toimimaan jaksoittaisena vahvistimen oman ohjelman kautta, joka jäädyttää mittauksen huuhtelun ajaksi. Nyt paineilmaa suihkutetaan anturiin 15 minuutin välein 20 sekunnin ajan. Paineilmasuihku ei täysin riitä puhdistamaan anturin linssejä, ja anturi pitäisi puhdistaa käsin noin kahden viikon tai korkeintaan kuukauden välein. PK6:n jätevesikanaaliin ei ajeta samalla tavalla pastoja sisältäviä rejektejä kuin esimerkiksi PK4:llä, joten anturin linssit pysyvät puhtaampina pidempään.

Määrämittaus, Krohne electromagnetic flowmeter

Veden määrää laskee Krohnen magneettinen määrämittaus, joka on sijoitettu jätevesiputkeen, josta jätevesi pumpataan esiselkeyttimelle johtavaan prosessiviemäriin. Tämä virtausanturi on ainut määrämittaus Jämsänkoskella joka on sijoitettu putkeen, muut mittausanturit on sijoitettu avokanaaleihin. Tätä mittausta voidaan pitää luotettavana virtausmittauksena.

8.2 Paperikone 5

Kanaalin kiintoaine Cerlic ITX

Cerlic ITX 20 -mittausanturi on huollon kannalta hyvässä paikassa, kanaalin lopussa. Kanaali on melko syvä siinä kohdassa, missä anturi sijaitsee, mutta kanaaliin on tehty huoltotaso, josta anturin puhdistaminen käy ongelmitta. Anturin päiden puhdistus tapahtuu 15 minuutin välein 20 sekunnin ilmahuuhtelulla.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa huomattiin anturin pään olevan ilmassa, noin 10 cm virtaavan kanaaliveden yläpuolella. Anturi laitettiin takaisin kanaaliin ja kiristettiin telineeseen kunnolla. Anturi myös huuhdeltiin vedellä. Laboratorion näytteet otetaan läheltä anturia, kanaalin venturin jälkeen, jossa virtausnopeus on suurempi.

Määrämittaus, Hawk Range-Master TD30, ultraäänianturi

Ultraäänianturi sijaitsee kanaalin loppupäässä, lähellä kiintoaineanturia ja ennen venturia. Tässä kohdassa virtaus on hieman nopeampi, mutta siitä huolimatta ongelmana on pohjalle kertyvä sakea massa, joka vääristää tulosta. Kanaalin pohjaa tulisi huuhdella tässä kohdassa, jottei vääristymää syntyisi.

8.3 Paperikone 4

Kiintoainemittaus, Partech TurbiTechw² HR

PK4:lla otettiin käyttöön Partechin uudenlainen anturi, TurbiTechw² LA, joka kuitenkin osoittautui mittausalueeltaan liian pieneksi. Tilalle otettiin käyttöön saman valmistajan TurbiTechw² HR - anturi, joka toimii sakeammassa vedessä ja laajemmalla alueella. Viritimme anturin alueasentajan kanssa ja sain sen toimimaan melko virheettömästi. Virhe oli 5-10 % suuruinen. Virityksessä käytin laboratorion määrittämiä näytteitä sekä Partechin kannettavaa mittaria.

Kiintoaineanturi sijaitsee kanaalin loppupäässä, jossa virtaus on tasaista. Huollon kannalta paikka on melko vaivaton ja anturiin pääsee hyvin käsiksi, jos esimerkiksi tehdään puhdistustoimenpiteitä tai uudelleenkalibrointia.

Virtausmittaus, Rosemount PRESS-EL SA4NK27S

Anturi on sijoitettu kanaalin loppupäähän. Virtaus tässä kohdassa on tasainen, koska kanaali on ennen mittauspistettä suora, eikä siihen lasketa uusia jakeita. Anturin mitaus perustuu hydrostaattiseen paineeseen. Huollon kannalta paikka on hieman ahdas, mutta anturiin pääsee käsiksi ja sen saa nostettua kanaalista pois huoltoa varten. Kanaalin ollessa puhdas, anturin lukemat ovat luotettavia.

8.4 Paperikone 3**Kiintoainemittaus, Cerlic ITX**

Kiintoaineanturin paikka on hyvä ja tulokset vastaavat laboratorion tuloksia, jotka otetaan läheltä online-mittauksen anturia. Pitkä suora kanaalissa tasoittaa virtausta, mutta pohja on altis likaantumiselle. Mittausanturi kalibroitiin uudelleen PK4:n uuden anturin käyttöönoton yhteydessä ja tulokset olivat hyviä.

Määrämittaus, Rosemount PRESS-EL SA4NK27S

Virtausmittaus sijaitsee kanaalin loppupäässä, lähellä kiintoainemittausta. Paikka on hyvin samanlainen kuin PK4:n virtausmittaus. Kyseessä on samanlainen hydrostaattiseen paineeseen perustuva mittaus kuin PK4:lla.

8.5 Näytteenottimien automaattinen seuranta

Näytteenottimia on Jämsänkosken tehtaalla jokaisessa kanaalissa lähellä kiinteitä online-kiintoainemittareita. Näytteenottimet keräävät näytteet itsestään sisäänrakennettujen pumppujen ja ohjausyksiköiden avulla. Näytteenottimet keräävät kanaalista näytettä laboratorion analysoitavaksi, ja näytteet kerätään näistä astioista kolme kertaa viikossa.

Suunnitteilla on näytteenottimien lisäys automaatiojärjestelmään, jotta saataisiin laboratorion tuloksista paremmin vertailukelpoisia online – mittauksien kanssa. Joka kerta, kun näytteenotin ottaa kanaalista näytettä laboratorion analyysiä varten, se antaisi tiedonkeruujärjestelmään viestin, jolloin kiinteään online-kiintoainemittauksen tulos kirjattaisiin muistiin. Kahden päivän aikana näytteenotin kerää useaan otteeseen kanaalista näytettä ja kirjaa siis useamman online-mittauksen arvon muistiin. Ja kun laboratorion henkilökunta noutaa näytteen laboratorion analysoitavaksi, voitaisiin laskea online-mittausten keskiarvo ja verrata sitä laboratorion tulokseen. Näin laboratorionäytteiden avulla pystytään seuraamaan online-mittauksien oikeellisuutta. Nämä keskimääräiset arvot voitaisiin syöttää esimerkiksi Wedgeen, joka on Jämsänkosken tehtaalla käytössä oleva tiedonkeruujärjestelmä.

8.6 Jämsänkoskelle tarvittavat mittaukset

Jotta osastokohtainen kiintoainepäästöjen seuranta toimisi täydellisesti, tulisi jokaiseen osastolta lähtevään linjaan lisätä kiintoainepitoisuutta sekä virtausta mittaava anturi. Jämsänkosken tehtaalla on muutama linja, joissa ei ole kiintoainetta mittaavaa anturi.

PK6:n rejektinkeräilysäiliöllä on puhdistamon kaarisihdeille oma linjansa, joka ohittaa esiselkeyttimen. Rejektin keräilysäiliöön tulee jakeita sekä PK6:lta että TMP2:lta. Tässä linjassa ei ole online-kiintoainemittausta ollenkaan.

Paperikone 3:n ja paperikone 4:n pastalinja laskee kanaalin päähän ohittaen molempien koneiden kiintoainemittaukset. Linjassa ei ole omaa kiintoainemittausta.

TMP1:lta ja TMP2:lta pumpataan kiekkosuotimien puhdistamaa kirkassuodosta suoraan puhdistamolle omaa linjaansa pitkin, näille vesille ei ole asennettu kiintoainemittauksia.

9 NÄYTTEENOTON TULOKSET JÄMSÄNKOSKELLA

9.1 Paperikone 3 näytteenoton tulokset

PK3:lla näytteitä otettiin pyörrepuhdistuksen viidennen portaan rejektistä, hylkysihdin rejektistä sekä pääkanaalista. Aiemmin otettujen näytteiden perusteella voitiin valita PPL-5 ja hylkysihdin rejekti suurimmiksi kiintoainetta sisältäviksi jakeiksi, ja näistä jakeista haluttiin tarkempi näytteenotto.

Pyörrepuhdistuksen rejektin käsittelyyn on PK3:lle ja PK4:lle suunnitteilla uudenlaisen takaisinkiertäytys, jonka tarkoituksena olisi vähentää pyörrepuhdistuksen kiintoainepäästöjä puoleen nykyisestä. Pyörrepuhdistuksen rejekti on erittäin kiintoainepitoista ja tästä vedestä on hyvä yrittää ottaa talteen kaikki mahdollinen kiintoaine.

Virtaus kanaalissa pysyi tasaisena jokaisella näytteenottohetkellä ja se oli noin 20 l/s. Online-kiintoainemittaus pääkanaalissa heitteli 13 %:n ja 63 %:n välillä. Tästä voidaan tulkita, ettei mittaukseen pysty luottamaan ennen uudelleenkalibrointia.

Pääkanaalin kiintoaineanturi uudelleenkalibrointiin muutama viikko myöhemmin laboratoriossa analysoiduilla näytteillä ja apuna käytettiin myös Partechin kannettavaa mittalaitetta. Saimme anturin näyttämään oikeaa lukemaa laboratorion näytteisiin verrattuna sekä kanaalissa samaa lukemaa, kuin Partechin kannettava anturi näytti. Virhe uudelleenkalibroinnin jälkeen oli viiden ja kymmenen prosentin välissä, ja tämä nähtiin riittäväksi parannukseksi.

9.2 Paperikone 4 näytteenoton tulokset

Kuten PK3:lla, myös PK4:lla oli tehty alustava näytteenotto suurimmista kiintoaineista sisältävistä jakeista. PK4 valmistaa lähes samanlaista erikoispaperia kuin PK3, joten sen suurimmat jakeet olivat lähes samat. Näytteenotto suoritettiin pyörrepuhdistuk-

sen kuudennen portaan rejektistä, hyllyn rejektistä ja pääkanaalista. Seisakkiaikataulu sotki hieman näytteenottoa, ja PK4:n kiintoaineanturi oli näytteenottohetkellä todettu vialliseksi, joten näytteitä otettiin vain neljänä päivänä.

Näytteet olivat melko tasalaatuisia. Virtaus oli myös tasaista, 16 – 18 l/s jokaisen näytteenoton aikaan. Kiintoaineanturin arvot vaihtelivat suuresti ja olivat yhden näytteenoton aikana jäätyneet täysin. Kiintoaineanturi vaihdettiin tämän näytteenoton jälkeen uuteen Partechin TurbiTechw² HR -anturiin, joka on suunniteltu toimimaan suuremmissa kiintoainepitoisuuksissa kuin edellinen anturi.

9.3 Paperikone 5 näytteenoton tulokset

PK5:lla kanaaliin rejektoivia jakeita löytyi käyttöinsinöörin kanssa tehdyn kierroksen aikana ainakin neljä. Näistä rajasimme määrältään eniten rejektoivat jakeet, jotka olivat kaarisihtien rejekti kanaaliin ja hyllynlajittelun sihtaus. Lisäksi näyte otettiin pääkanaalista.

Ajotilanne oli jokaisen näytteenoton aikaan normaali. Online-mittauksessa esiintyi suurta vaihtelua lähes jokaisen näytteenoton aikana, heilunta oli noin 20 %:n suuruista. Totesin saman ilmiön näytteenoton jälkeen, kun kävin puhdistamassa kiintoaineanturia.

Kun verrataan online-mittausken tuloksia laboratorion määrittämiin tuloksiin, voidaan todeta, ettei online-mittaus näytä alkuunkaan oikeaa arvoa. Pienimmillään online-mittaus näytti vain 6 % todellisesta pitoisuudesta ja yhden näytteen kohdalla se näytti 23 % liikaa. Virtaus kanaalissa oli melko epätasaista näytteenoton aikaan. Pienimmillään se oli vain 40 l/s ja suurimmillaan 105 l/s. Virtauksella ja mittavirheellä ei näytä olevan yhteyttä toisiinsa. Anturin todettiin vaativan uudelleenkalibrointia.

9.4 Paperikone 6 näytteenoton tulokset

PK6:n ainoat rejektit ajetaan suoraan rejektisäiliöön, josta ne pumpataan edelleen esiselkeyttimen ohi jätevedenpuhdistamon kaarisihdeille. Säiliöön tulee hakkeen pesuvesiä TMP2:lta ja kaksi jaetta PK6:lta. Nämä jakeet ovat albian rejektiä, joka on pyörrepuhdistuksen viimeinen rejekti, sekä hyllynlajittelun rejektiä. Lisäksi näytteitä otettiin PK6:n pääkanaalista.

Online-mittauksessa ilmeni pientä vaihtelua, mutta se seurasi kiintoainepitoisuutta melko hyvin. Suurimmillaan virhettä syntyi noin 20 % ja pienimmillään noin 9 %. Virtaus vaihteli näytteenottohetkillä melko paljon, suurimmillaan se oli 51 l/s ja pienimmillään se oli vain 21 l/s.

9.5 Hiertämö 1 näytteenoton tulokset

Hiertämö 1:n kanaali yhdistyy paperikone 5:n kanaaliin ja niiden kiintoaineen online-mittaus on yhteinen. Hiertämö 1:n kanaalissa ei myöskään ole omaa virtausmittausta, joka helpottaisi kiintoaineiden seurantaa ja jakoa paperikone 5:n ja hiertämö 1:n välillä.

TMP1:n hakkeenpesuveden rejekti on todella sakeaa vettä, joka saattaa aiheuttaa ongelmia kiintoaineen online-mittaukseen, likaamalla sitä tai kerryttämällä kanaalin pohjalle massaa. Pohjalle kertyvä massa haittaa myös virtausmittausta, joka on paperikone 5:n kanaalissa ultraääneen perustuva mittaus. Hakkeenpesuvesi ajetaan ei-jatkuvana. Kiekkosuotimien puhdistama kirkassuodos pumpataan omaa linjaansa pitkin suoraan jätevedenpuhdistamolle.

9.6 Hiertämö 2 näytteenoton tulokset

Hiertämö 2:n kanaali yhdistyy PK6:n kanaaliin ja tässä kanaalissa ei myöskään ole omaa kiintoaine- tai virtausmittausta. Hakkeenpesuvesi, sekä hakkeenpesuveden rejekti ajetaan PK6:n rejektisäiliöön, josta se pumpataan edelleen jäteveden puhdistamon kaarisihdeille.

10 KAIPOLAN LAITEKARTOITUS

Aloitin Kaipolan tehtaan osuuden tekemällä kierroksen Kaipolan tehtaan kiintoaine- ja virtausmittauksista alueasentajana toimivan Veikko Harjulan kanssa, jolla oli erittäin hyvät perustiedot mittausantureiden sijainnista, kunnosta ja luotettavuudesta. Tarkoituksena oli juurikin kartoittaa Kaipolan tilanne mittauksien luotettavuudesta ja toimivuudesta sekä miettiä parannettavia kohteita. Alueena oli kolme paperikonetta, kaksi hiertämöä ja siistaamo.

Päävälpän jälkeen on kiintoainemittaus koko tehtaan jätevesistä jotka pumpataan esiselkeyttimelle. Päävälpän mittausta on häirinnyt kalkki, jota on lisätty jäteveteen hajuhaittojen torjumiseksi. Kalkin käyttöä kuitenkin vähennettiin väliaikaisesti ja tilanne oli hieman parempi eli anturi pysyi paremmin puhtaana. Kalkin käyttö jouduttiin kuitenkin nostamaan entiselle tasolleen ja sama ongelma ilmeni välittömästi. Anturi vaatii viikoittaisen puhdistuksen, jotta se antaisi luotettavaa mittaustietoa.

Paperikone 7:llä ei ole ollenkaan omaa kiintoainemittausta, joten sen arvot on laskettu matemaattisella kaavalla, vähentäen muiden koneiden päästöarvoja kokonaispäästöistä. PK7:lle katsottiin jo tässä vaiheessa paikka mittaukselle, joka laitettiin tilaukseen.

Paperikone 4:n, paperikone 6:n ja hiertämöiden jätevedet johdetaan yhteiseen kanaaliin, jossa on kiintoaineanturi. PK4:llä ei ole omaa kiintoainemittaukseen, koska sen jätevedet jaetaan kahteen erilliseen kanaaliin. Kiintoainepäästöt lasketaan matemaattisesti PK6:n ja hiertämöiden päästöistä, mutta tämä tapa on osoittautunut melko epätarkaksi. Jos jokin mittaus on pielessä, se vaikuttaa välittömästi laskennallisiin arvoihin. Ratkaisuksi mietin kiintoaine- ja virtausanturin lisäämistä kanaaliin, ennen PK4:sta, jolloin PK4:n jälkeisestä kokoomamittauksesta voisi vähentää ennen PK4:sta olevan mittauksen. Tällä laskentamallilla saataisiin huomattavasti tarkempi tulos PK4:n kiintoaineelle.

Hiertämö 2:n ja paperikone 6:n kiintoainemittaukset ovat tällä hetkellä huonoissa paikoissa. Hiertämö 2:n mittaus sijaitsee muutaman metrin päässä välipästä. Tässä kohdassa virtaus on melko pieni ja mittauksessa esiintyy erittäin voimakasta heiluntaa. Mietin mittausanturin siirtämistä hieman kauemmas välipästä, joka voisi rauhoittaa heiluntaa.

Paperikone 6:n kiintoainemittaus sijaitsee lähes kiinni toisessa mittausanturissa, joka häiritsee virtausta anturin kohdalla. Lisäksi noin metri ennen anturia, kanaaliin laskee pastalinja joka aiheuttaa todella isoja piikkejä mittauksen arvoihin. Jos anturia saisi siirrettyä muutaman metrin eteenpäin, pasta ehtisi hieman sekoittua kanaaliveteen, eikä aiheuttaisi niin suuria piikkejä ja näin tulos olisi hieman luotettavampi.

Paperikone 6:n ja hiertämö 3:n virtausmittaukset tulisi uusiksi, sillä molemmat anturit ovat jo elinkaarensa päässä ja näyttävät systemaattisesti noin 10 % väärin.

Uusia mittauksia kiintoainemittauksia silmällä pitäen mietittiin Paperikone 7:lle, josta kiintoaineanturi puuttui kokonaan. Paperikone 6 ja 3. hiertämölle Cerlicin ITX -antureiden tilalle harkittiin myös uusia mittausantureita. Virtausmittauksia mietimme tässä vaiheessa uusittaviksi kokooman mittaukseen, jossa yhdistyy PK4:n, PK6:n ja hiertämöiden vedet. Tämän position virtausanturi pitäisi saada huoltovapaammaksi, koska anturi on hyvin hankalassa paikassa huollon kannalta.

11 TULOKSET JA PARANNUSEHDOTUKSET

11.1 Kaipola

Kaipolan tehtaalla näytteitä otettiin kuudesta eri pisteestä. Nämä pisteet olivat PK6:n ja TMP2:n yhteinen jätevesikanaali, TMP2:n oma jätevesikanaali, ennen sen yhtymistä PK6:n jätevesikanaaliin, TMP3:n jätevesikanaali, kokooman jätevesikanaali, joka sisältää hiertämöiden lisäksi PK6:n ja PK4:n jätevedet, sekä siistaamon jätevesikanaali. Lisäksi otin kaksi näytettä PK7:n jätevesikanaalista, vaikka siellä ei tässä vaiheessa vielä online-mittausta ollutkaan. Tarkoituksena oli kartoittaa jätevesipitoisuuksia tulevalle kiintoaineanturille, joka tilattiin myöhemmin. Kyseessä on samanlainen Partechin kiintoaineanturi, joka on käytössä Jämsänkosken PK4:lla.

Jokaisesta pisteestä otettiin laboratorioon menevä näyte, jota verrattiin online-mittauksen arvoon. Lisäksi käytössäni oli Partechin kannettava kiintoainemittari, jota myös vertasin laboratorion tuloksiin ja online-mittausten arvoihin. Näistä tuloksista sain tehtyä taulukon, josta oli helppo vertailla arvoja sekä arvioida mittausten oikeellisuutta. Näytteenotto oli hieman suppeampi, kuin Jämsänkosken tehtaalla johtuen siitä, että Kaipolan tehtaalla kiintoainepäästöistä on jo aikaisempaa tutkimustietoa.

Näytteiden tulokset kertovat, ettei yksikään mittaus näytä niin tarkkaa tulosta, kuin niiden olisi tarkoitus näyttää. Hiertämö 3:n, sekä PK6:n ja hiertämö 2:n yhteinen mittaus näyttävät vain noin puolet siitä arvosta, joka kanaalissa virtaa. Siistaamon mittaus taas päinvastoin näyttää lähes kaksinkertaista arvoa oikeaan arvoon verrattuna. Kokooman mittaus sekä hiertämö 2:n mittaus näyttävät välillä neljänneksen todellisesta pitoisuudesta ja välillä kaksi ja puoli kertaista arvoa.

Kalibrointi tehtaan kaikille mittauksille olisi siis ajankohtainen. Hiertämö 2:lla oli jo näytteenoton aikaan asennettuna uusi Quadbeam -kiintoaineanturi, joka seurasi melko hyvin jätevesikanaalin kiintoainepitoisuutta tietyllä alueella, kun sitä verrattiin Partechin kannettavaan kiintoainemittariin. Tämän Quadbeamin kalibrointi jäi asennusvaiheessa hieman puolitiehen, mutta asiaa oltiin korjaamassa. Hiertämö 2:n mittauksen paikkaa myös vaihdettiin hieman, koska siinä esiintyi runsasta vaihtelua, mutta tätä vaihtelua esiintyi vielä uudessakin paikassa. Totesimme kannettavalla mittalaitteella, että tämä runsas vaihtelu tuloksissa on todellista, koska se esiintyi molemmissa mitta-antureissa ja näkyi laboratorion tuloksissa.

Siistaamolle on tulossa vanhan Cerlicin ITX -anturin tilalle uusi Partechin kiintoainemittari, joka on kalibroitavissa huomattavasti laajemmalle alueelle kuin nykyinen ITX -anturi. Näytteitä ottaessamme huomasimme, että siistaamon anturi pitää kalibroida erityisen tarkasti, koska siistaamon vesi eroaa paljon muista tehtaan vesistä. Se sisältää esimerkiksi mustetta ja muita aineita, joita keräyspaperista irtoaa.

Hiertämö 3:lle hankittiin uusi Hawkin ultraäänianturi mittaamaan virtausta. Anturissa ilmeni heti käyttöönoton jälkeen ongelmia lämpötilakompensaation kanssa. Ongelmana oli, että anturi oli asennettu kanaalin päälle suljettuun tilaan, johon puhallettiin ilmaa. Tämän oli tarkoitus parantaa tarkkuutta, mutta suljettu tila keräsi kanaalista nousevaa lämmintä höyryä ja sekoitti lämpötilakompensaatiota. Paikalla olleen asentajan mukaan virhettä syntyy noin 1,7 % jokaista kymmentä asetta kohden. Anturin päällä ollut kupu poistettiin, jolloin lämmin höyry ei enää häirinnyt tulosta. Suuremaksi ongelmaksi kuitenkin osoittautui jälleen kerran kanaalin pohjalle kertyvä liete, joka aiheutti mittaukseen lähes 10 % heiton. Kanaalin pohjaa pitäisi siis pitää puhtaana tässä kohdassa.

11.2 Jämsänkoski

Näytteenotto järjestettiin Jämsänkosken tehtaalla konekohtaisesti ja näytteitä otettiin viitenä eri päivänä, jokaisen koneen ja hiertämöiden suurimmista jakeista. Näytteenotolla pyrittiin tarkastelemaan online -mittausten oikeellisuutta ja kartoittamaan paikkoja, joissa kiintoainehäviöitä voitaisiin pienentää. Lisäksi saatiin tietoa kiintoainepitoisuuksista sellaisissa jakeissa, joiden kiintoainepitoisuuksista ei ole aiemmin otettu näytteitä. Tulokset kirjattiin taulukkoon konekohtaisesti, joka helpotti niiden vertailua keskenään, sekä online -mittauksiin

Paperikone 3:n ja paperikone 4:n tilanne on tällä hetkellä melko hyvä. Kiintoainepäästöt pystytään mittaamaan konekohtaisesti, kanaaleiden omien kiintoaine- ja virtausmittausten avulla. Kiintoaineantureiden puhdistus tulisi suorittaa noin kerran viikossa, koska pastapitoiset vedet keräävät antureiden optisille pinnoille mittausta häiritsevät kalvon. Antureiden omat puhdistusmenetelmät ovat riittämättömät tämän kalvon poistamiseen.

PK6:n rejektinkeräilysäiliöstä menevään linjaa pitäisi saada virtaus-, sekä kiintoainemittaus, koska tämä linja sisältää kaikki paperikone 6:n rejektit, joita paperiprosessissa syntyy. Paperikone 6:n kanaaliin ei mene oikeastaan mitään paperikoneen rejektejä, vaan ne kerätään rejektin keräilysäiliöön. Tämä tarkoittaa sitä, ettei tämän hetkinen kanaalissa oleva mittaus kerro paperikone 6 kiintoainepäästöjen todellista tasoa. Jos halutaan erotella konekohtaisesti kiintoainepäästöt Jämsänkosken jokaiselle koneelle, tähän linjaan pitäisi ehdottomasti saada kiintoainemittaus.

Hiertämöiden kanaalivesien erotus paperikone 5:n ja paperikone 6:n kanaalivesistä on haastavaa, koska hiertämöiden kanaaleissa ei ole omia virtausmittauksia, ainoastaan hiertämöiden ja koneiden yhteiset kanaalin virtausmittaukset. Hiertämöiden kanaalit ovat kuitenkin jaettu useampaan pieneen kanaaliin, jotka liittyvät tähän niin sanottuun pääkanaaliin. Jos halutaan tietää tarkalleen hiertämöiden osuus, tulisi jo-

kaiseen pienempään kanaaliin, jotka liittyvät pääkanaaliin, asentaa oma kiintoaine- ja virtausanturi.

Paperikone 5:n ja hiertämö 1:n yhteinen kiintoainepitoisuusanturi on erittäin epäluotettava ja tähän positioon voisi harkita uuden anturin asentamista. Kohdassa, jossa anturi tällä hetkellä on, veden pinta on normaalissa ajotilanteessa todella matalalla, jolloin anturin mittapää on vain juuri ja juuri veden alla. Joissakin tilanteissa, kuten tornien yliajoissa tai tyhjennyksissä, vedenpinta kohoaa nopeasti ja virtaus kasvaa. Anturin paikkaa voisi harkita siirrettäväksi hieman aikaisemmalle kanaalinosuudelle, jossa anturi pysyisi paremmin vedenpinnan alla.

12 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää jätevesimittausten luotettavuuteen ja epäluotettavuuteen liittyviä syitä. Laboratorion tekemien kiintoainemääritysten vertaaminen kiinteiden antureiden tuloksiin osoitti että vaihtelua esiintyy melko paljon muutamissa kohteissa.

Kiintoainepitoisuuksien seuranta on melko hyvällä tasolla, mutta itse antureiden luotettavuus on hyvin vaihtelevaa Jokilaakson tehtailla. Syitä tähän ovat huollon puutteellisuus ja helposti likaantuvat anturit. Kaipolassa näitä antureita huoltaa yksi alueasentaja, mutta Jämsänkosken tehtaalla ei varsinaisesti ole ketään, joka päätoimisesti kiertäisi näitä mittauspisteitä tai seuraisi niiden luotettavuutta.

Jämsänkoskella kerätään näytteitä konelinjoittain. Näytteenottimet ovat lähellä online-mittausantureita, joten näiden arvot ovat hyvinkin vertailukelpoisia ja niitä vertaamalla voitaisiin seurata online-mittausten oikeellisuutta ja mahdollisia kalibrointitarpeita. Tämä edellyttäisi automaatio-osastojen ja laboratorion tiiviimpää yhteistoimintaa. Tällä hetkellä Kaipolan tehtaalla ei oteta konelinjoittain kiintoainenäytteitä.

tä samalla tavalla kuin Jämsänkosken tehtaalla. Mutta Kaipolassa on käytössä Partechin kannettava kiintoaineanturi, joka helpottaa mittausantureiden seurantaa.

Yksi haastava asia kiintoaine- ja virtausmittausten kanssa on massan kerrostuminen kanaalin pohjalle. Pohjalle kertyy sakeampaa massaa, kun pinnalla taas virtaa puhtaampaa vettä. Anturit myös keräävät jonkin verran massan lisäaineita optisille pinnoille, mikä muuttaa anturin arvoa. Pahimmassa tapauksessa kanaalissa kulkevia paperisuikaleita tai muita isoja roskia on kietoutunut anturiin kiinni. Suurimpien kappaleiden takia anturin olisi hyvä olla väljän tai jonkin muun suojan takana, joka ohjaisi suurimmat kappaleet anturin ohi.

Antureiden omat puhdistusmenetelmät toimivat riittämättömästi pastapitoisissa vesissä sekä siistaamon alueella Kaipolan tehtaalla. Antureita tulisi puhdistaa säännöllisin väliajoin, jotta ne näyttäisivät oikeaa arvoa. Puhdistus tulisi suorittaa pastapitoisilla osastoilla ja siistaamalla vähintään kerran viikossa ja muilla osastoilla kahden viikon tai korkeintaan kuukauden välein hieman osastosta riippuen.

Opinnäytetyön aikana tehtaalle otettiin käyttöön Partechin kiintoaineantureita, jotka puhdistivat itse linssinsä mekaanisesti. Näillä antureilla pyrittiin vähentämään kunnossapidon tarvetta, mutta käytännössä tämä ei toteutunut. Pastapitoiset vedet aiheuttivat linssien sakeutumista puhdistusjärjestelmästä huolimatta. Ainut ratkaisu linssien puhtaana pysymiseen olisi mekaaninen harjalaite, joka puhdistaisi linssit automaattisesti vahvistimen jäädyttäessä mittauksen puhdistuksen ajaksi.

Pinnankorkeuteen perustuvia virtausmittauksia haittaa kanaalin pohjalle kertyvä sakea massa. Kanaalin pohjalle kertyy massaa, jolloin vedenpinta nousee ja mittaus näyttää pinnankorkeuden liian korkeaksi. Eniten pohjalle kertyvä sakka vaikuttaa ultraäänimittauksiin, jotka mittaavat veden pintaa ylhäältä, mutta massa vaikuttaa myös muihin mittauksiin, esimerkiksi hydrostaattiseen paineeseen perustuviin mittauksiin. Pahimmassa tapauksessa heittoa on tullut ultraäänimittaukseen lähes kolmannes liikaa. Tällaisia kohtia kanaalissa pitäisi säännöllisesti puhdistaa tai vaihtoeh-

toisesti kehittää jokin automaattinen pesujärjestelmä. Mittaus tulisi jäädyttää ja pohja huuhtoa vedellä, joka puhdistaisi anturin mittaaman kohdan.

Labkotechillä olisi ollut tarjolla kanaalin pohjaan asennettava virtausmittaus, jota testattiin Kaipolan tehtaalla. Anturin virittämisen kanssa oli aluksi hieman vaikeuksia, mutta kun oikeat parametrit saatiin syötettyä, anturi toimi erittäin lupaavasti. Anturin ominaisuuksiin kuuluu, että se osaa ottaa huomioon pohjalle kertyvän massan ja vähentää tämän virtausmäärästä. Tämä voisi olla vastaus virtausantureiden likaantumisongelmaan, mutta kyseenalaiseksi jäi, miten tämä anturi toimisi pitemmällä aikavälillä ja miten likaantuminen olisi vaikuttanut tämän anturin toimintaan.

Kaiken kaikkiaan kiintoainepäästöjen mittaus on siis erittäin haasteellista ja anturit vaativat paljon huoltoa ja seuranta. Mitä paremmin anturit toimivat, sitä paremmin saadaan rajattua tehtaan sisällä kiintoainepäästöjä tuottavat linjat ja voidaan keskittyä pienemmän alueen kehittämiseen kiintoainepäästöjen vähentämiseksi.

LÄHTEET

UPM Jokilaakson tehtaas, 2010, verkkajulkaisu, UPM-Kymmene OY

Ympäristösuojelun kehitys 2010 UPM Jokilaakson tehtaas, verkkajulkaisu, UPM-Kymmene OY

Tomi Haarala, 2007, Kiintoainehäviöiden mittausten kehittäminen paperitehtaassa, opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Waterflux 3000 electromagnetic flowmeter handbook, 2012, käyttöohje, Krohne

Drexelbrook 408-6200 installation and operation instructions, 1993, käyttöohje, Drexelbrook Engr. Co.

Hawk Real Time Flow Measurement for Liquids, 2008, käyttöohje, rev. 1.1, Hawk measurement systems.

Waterpilot FMX21 Technical information, n.d, käyttöohje, Endress+Hauser Co.

ITX 20 manual, n.d., käyttöohje, Cerlic Co.

Cerlic BB2 manual, n.d., käyttöohje, Cerlic Co.

Partech TurbiTechw² HR product datasheet, n.d., Partech Co.

Partech 7300w² HR product datasheet, n.d., Partech Co.

Portable suspended solids 740 Monitor and Soli-Tech 10 Sensor product datasheet, n.d., Partech Co.

Quadbeam S-40 sensor datasheet, n.d., Quadbeam technologies Ltd.